

E3

19 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

12

## Gebrauchsmuster

U1

- (11) Rollennummer G 94 06 809.7
- (51) Hauptklasse F04D 1/02
- (22) Anmeldetag 23.04.94
- (47) Eintragungstag 30.06.94
- (43) Bekanntmachung  
im Patentblatt 11.08.94
- (54) Bezeichnung des Gegenstandes  
Windkraftanlage
- (73) Name und Wohnsitz des Inhabers  
Lies sen., Alexander, 31718 Pollhagen, DE; Lies,  
Viktor, 30952 Ronnenberg, DE; Lies jun.,  
Alexander, 30880 Laatzen, DE; Lies, Arthur, 30880  
Laatzen, DE
- (74) Name und Wohnsitz des Vertreters  
Brümmerstedt, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 30159  
Hannover

BEST AVAILABLE COPY

Lies, Alexander (sen.) et al  
348/1

### Windkraftanlage.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Windkraftanlage mit mindestens zwei an einem Tragmast installierten Rotoren.

Windkraftanlagen üblicher Bauart bestehen aus einer Tragkonstruktion in Form eines Turmes oder Gittermastes, auf der auf einem Drehkranz sitzend ein Rotor mit Getriebe und Generator montiert ist. Der Rotor ist mit einem Blattverstellmechanismus versehen, um bei sich ändernden Windgeschwindigkeiten eine konstante Drehzahl des Rotors zu gewährleisten. Bei steigenden Windstärken werden die Rotorblätter immer mehr aus dem Wind gedreht, bis sie bei großen Windgeschwindigkeiten parallel zur Luftströmung in der sogenannten Fahnenstellung stehen. In dieser Stellung steht der Rotor still und es wird keine Leistung mehr abgegeben. Durch den Blattverstellmechanismus kann zwar die Drehzahl des Rotors in einem bestimmten Windgeschwindigkeitsbereich konstant gehalten werden, er mindert aber nicht den mit hohen Windstärken steigenden Staudruck auf den Rotor. Um diesen abzufangen, muß der Turm bzw. Gittermast relativ schwer bauend ausgeführt werden.

Ein weiterer Nachteil der Einrotor-Windkraftanlagen ist darin zu sehen, daß große Leistungen nur durch eine entsprechende Vergrößerung von Turm, Rotor, Generator etc. erzielt werden können,

23.04.94

- 2 -

wobei der Vergrößerung derartiger Windkraftanlagen technisch Grenzen gesetzt sind, wie das Projekt Growian gezeigt hat.

Es ist daher auch schon bekannt, auf einem Tragmast mehrere kleinere Rotoren zu installieren, wobei hier aber die oben erwähnten Staudruckprobleme sehr stark dimensionierte und damit teure Tragkonstruktionen erfordern. Zudem können mit den bekannten Konstruktionen aufgrund der Staudruckprobleme keine allzu großen Bauhöhen erreicht werden, was ebenfalls nachteilig ist, da ja gerade in größeren Höhen eine ungestörte Luftströmung vorhanden ist.

Die vorliegende Erfindung will hier Abhilfe schaffen. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, eine leicht bauende Windkraftanlage mit einer hohen Grundflächenleistung zur Verfügung zu stellen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das obere Ende des Tragmastes einen Drehkranz aufweist, durch den hindurch in Verlängerung des Tragmastes eine starre Achse ragt, an der sich ein auf dem Drehkranz montierter Drehmast horizontal und drehbar abstützt, daß an gegenüberliegenden Seiten des Drehmastes je ein nach Luv geneigter Lagerbolzen befestigt ist, an dem ein Rotortragarm nach Lee verschwenkbar gelagert ist, wobei die Rotortragarme über einen Zugmechanismus mit einer außerhalb des von den Rotoren überstrichenen Bereiches am Drehmast montierten, im wesentlichen aus einer schiefen Ebene und einem Gewicht bestehenden Balanceeinrichtung in Wirkverbindung stehen, derart, daß synchron mit den aufgrund des Staudrucks des Windes nach Lee schwenkenden Rotortragarmen, die dadurch bedingte Gewichtsverlagerung am Drehmast ausgleichend, das Gewicht auf der schiefen Ebene von der Lee- auf die Luvseite des Drehmastes gezogen wird.

Aufgrund der verschwenkbaren Anordnung der Rotortragarme am Drehmast können diese nach Lee zurückschwenken, wodurch bei steil-

9405809

23.04.94

- 3 -

gender Windgeschwindigkeit der Staudruck auf die Rotoren und damit auf die Anlage verringert wird, sowie die maximale Leistung auch noch dann abgegeben wird, wenn herkömmliche Windkraftanlagen wegen eines zu starken Windes schon stillgelegt werden müssen. Diese Staudruckentlastung hat weiterhin den Vorteil, daß der Tragmast bei gleicher überstrichener Rotorfläche wesentlich leichter gebaut werden kann als bisher üblich, was sich positiv auf die Investitionskosten der Anlage auswirkt.

Der die Rotortragarme nach Lee drückenden Windkraft sind zwei Gewichtskräfte entgegengesetzt. Diese Gewichtskräfte sind so eingestellt, daß die Rotortragarme bei steigender Windstärke gegen den "Widerstand" der Gewichtskräfte in dem Maße zurückschwenken, daß der Staudruck auf die Rotoren annähernd konstant bleibt. Umgekehrt sorgen sie dafür, daß bei abnehmendem Wind die Rotortragarme wieder in den Wind geschwenkt werden, und so die erforderliche Rotordrehzahl erreicht wird.

Eine der Gewichtskräfte ist durch die Masse des Rotortragarmes mit dem daran installierten Rotorsystem gegeben. Der Wind muß dieses Gewicht nicht nur verschieben, sondern aufgrund der Schrägstellung des Lagerbolzens auch anheben. Sobald der Wind nachläßt, schwenken die Rotortragarme aufgrund ihres Eigengewichts nach Luv.

Die andere Gewichtskraft ist durch ein auf einer schiefen Ebene verschiebbares Gewicht gebildet, welches über einen Zugmechanismus mit den Rotortragarmen verbunden ist. Diese Verbindung ist so ausgeführt, daß das Gewicht bei zunehmendem Wind aufgrund der Verschwenkung der Rotortragarme auf der schiefen Ebene nach oben gezogen wird. Läßt der Wind nach, gleitet das Gewicht auf der schiefen Ebene nach unten und zieht die Rotortragarme nach Luv. Die beiden Gewichtskräfte ergänzen sich also in ihrer Wirkung gegen die Windkraft. Stationäre Zustände liegen diesbezüg-

94.05.94

23.04.94

- 4 -

lich dann vor, wenn die Summe der Gewichtskräfte gleich der Windkraft ist. Da dieses Kräftesystem immer einen Gleichgewichtszustand anstrebt, werden somit steigende oder sinkende Windschwindigkeiten durch das Verschwenken der Rotortragarme aus-  
tariert.

Die zweite Gewichtskraft hat neben ihrer oben beschriebenen Funktion noch eine weitere Aufgabe. Sie gleicht nämlich die sich durch das Verschwenken der Rotortragarme nach Lee ändernde Belastung des Tragmastes (Kippmoment) aus, indem sie synchron mit dem Verschwenken der Rotortragarme von der Leeseite des Drehmastes auf dessen Luvseite versetzt wird. Durch diese Balanceeinrichtung wird die Stabilität der Anlage bei Beibehaltung der Leichtbauweise gewährleistet.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß aufgrund des Zurückschwenkens der Rotortragarme und der damit verbundenen Staudruckreduzierung teure Verstellmechanismen für die Rotorblätter völlig überflüssig werden. Die Rotorblätter können starr an der Getriebewelle montiert werden, was wesentlich einfacher und preiswerter ist, auch für den Bau der Rotorblätter selbst.

Es ist von Vorteil, wenn die die Rotortragarme halternden Lagerbolzen zusätzlich zu ihrer Luvneigung eine geringfügige Neigung von der Achse weg, also zur Seite hin aufweisen. Aufgrund dieser Neigung wirkt auf die Rotortragarme, auch wenn sie völlig zurückgeschwenkt sind, also gewissermaßen im Totpunkt liegen, noch eine Triebkraft nach Luv. Eine Neigung von etwa  $1^\circ$  ist hier ausreichend.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind die Rotortragarme in zwei oder mehreren Etagen am Drehmast befestigt, wobei jeder Etage eine Balanceeinrichtung oder mehreren Etagen eine ge-

9405809

23.04.94

meinsame Balanceeinrichtung zugeordnet ist. Aufgrund der erfindungsgemäßen Staudruckentlastung ist es möglich, auch mehr als zwei Rotoren an einem Tragmast zu installieren. Dadurch wird die Grundflächenleistung gegenüber herkömmlichen Einrotoranlagen wesentlich erhöht. Zudem besteht der Vorteil, daß serienmäßig und damit preiswert hergestellte Rotorsysteme eingesetzt werden können, während bei Einrotoranlagen hohe installierte Leistungen immer teure Sonderanfertigungen erfordern.

Es ist weiterhin von Vorteil, wenn bei mehretagiger Anordnung die Rotoren im wesentlichen im gleichen Winkel nach Luv oder Lee geneigt sind, wobei sich die überstrichenen Flächen zweier übereinanderliegender Rotoren, beginnend ab der dritten Etage von unten, überlappen, und zwar so, daß der jeweils untere Rotor auf der Luvseite des jeweils oberen Rotors läuft. Diese Überlappung bringt keine Leistungsverluste der abgedeckten Rotoren, weil die Windgeschwindigkeit mit der Höhe steigt. Die Abdeckung bewirkt, daß auf allen Etagen Generatoren gleicher Leistung eingesetzt werden können. Weiterhin kann der Drehmast vorteilhafterweise bei gleichbleibender Anzahl von Rotoren niedriger gebaut werden. Da die Rotoren parallel zueinander verlaufen, treten im Überlappungsbereich keine störenden wechselseitigen Turbulenzen auf. Von Vorteil ist es in diesem Zusammenhang auch, wenn die Rotoren einer Etage und die übereinander angeordneten Rotoren benachbarter Etagen jeweils gegenläufigen Drehsinn haben, da sie in diesem Falle im Überlappungsbereich im gleichen Drehsinn laufen.

Es ist in Ausgestaltung der Erfindung weiterhin sinnvoll, die Gewichtslast des die Achse überragenden Teiles des Drehmastes durch einen am Ende der Achse vorgesehenen Drehkranz abzufangen. Der Drehmast bleibt dabei weiterhin eine Einheit. Er kann aber in seinem unteren Abschnitt leichter gebaut werden, da ein Teil seiner Gewichtslast durch die Achse und damit den Tragmast abgetragen wird.

94.05.99

23.04.84

- 6 -

Die Erfindung wird nachstehend anhand von zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der dazugehörigen Zeichnung zeigt:

- Fig. 1 eine außer Betrieb befindliche Windkraftanlage mit zwei Rotoretagen von der Seite her gesehen,
- Fig. 2 die Anlage nach Fig. 1 in Vorderansicht,
- Fig. 3 die Anlage nach Fig. 1 und 2 von der Seite her gesehen in Betrieb,
- Fig. 4 die Anlage nach Fig. 3 in Vorderansicht,
- Fig. 5 einen Schnitt A-A nach Fig. 4 in vergrößerter Darstellung, wobei zu Anschauungszwecken der linke Rotortragarm in nicht verschwenkter Stellung, und der rechte Rotortragarm völlig zurückgeschwenkt (außer Betrieb) dargestellt ist,
- Fig. 6 eine Ausschnittsdarstellung der Anordnung des Lagerbolzens für die Rotortragarme von der Seite her gesehen,
- Fig. 7 eine Vorderansicht nach Fig. 5 unter Weglassung des rechten Rotortragarmes,
- Fig. 8 eine in Betrieb befindliche Windkraftanlage mit drei Rotoretagen in Seitenansicht und
- Fig. 9 die Anlage nach Fig. 8 in Vorderansicht.

Am oberen Ende des Tragmastes 1 der Windkraftanlage ist eine Achse 5 vorgesehen, die starr mit dem Tragmastes 1 verbun-

9406809

23.04.94

- 7 -

den ist und durch einen Drehkranz 2 hindurch nach oben ragt. Auf dem Drehkranz 2 ist ein Drehmast 4 montiert, der sich um die Achse 5 drehen kann und horizontal an dieser abgestützt ist. Wie insbesondere aus den Fig. 1 - 4 zu ersehen ist, trägt der Drehmast 4 auf zwei Etagen Rotoren 6. Dazu sind je Etage beidseitig am Drehmast 4 Rotortragarme 11 angeordnet, an deren äußeren Enden die Rotoren 6 mit dem Generator 3 und dem Getriebe montiert sind, wobei die Rotoren 6 direkt auf der Getriebewelle sitzen. Die Rotortragarme 11 sind um an dem Drehmast 4 starr befestigte Lagerbolzen 12 nach Lee verschwenkbar.

Wie insbesondere aus Fig. 6 hervorgeht, weisen die Lagerbolzen 12 eine Neigung nach Luv auf. Der Neigungswinkel beträgt etwa  $12^\circ$ . Darüber hinaus besitzen die Lagerbolzen 12 auch eine Neigung von etwa  $1^\circ$  zur Seite hin, was aus der Zeichnung nicht ersichtlich ist. Zwecks Entlastung der Lagerbolzen 12 sind die Rotortragarme 11 über Zugseile 7 abgespannt.

Die Rotortragarme 11 sind jeweils über die Lagerbolzen 12 hinaus nach der anderen Seite hin verlängert. Diese Teile der Rotortragarme 11 bilden jeweils einen Zugarm 13, der über mehrere Seilführungsrollen 20 und Zugseile 10 mit den Gewichten 18 von Balanceeinrichtungen verbunden sind. In dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ist jeder Rotoretage eine Balanceeinrichtung zugeordnet. Es ist natürlich auch möglich, für beide Etagen bei entsprechender Dimensionierung des Gewichtes 18 nur eine Balanceeinrichtung vorzusehen.

Wie aus den Fig. 1 und 3 hervorgeht, sind die Balanceeinrichtungen in dem von den Rotoren 6 nicht bestrichenen Bereich am Drehmast 4 angeordnet. Sie bestehen neben dem Gewicht 18 je aus einem Doppel-T-Träger 9, der gleichmäßig über die Lee- und Luv-Seite des Drehmastes 4 hinausragt. Seine Länge beträgt das 1,3-fache der Rotorblattlänge. Die Doppel-T-Träger sind über Zugseile 8 am Drehmast 4 abgespannt.

94.05.809



23.04.94

- 8 -

Aus den Fig. 1 und 2 geht hervor, daß die Doppel-T-Träger 9 von Luv nach Lee ansteigend und so eine schiefe Ebene bildend am Drehmast 4 montiert sind. Wenn die Rotortragarme 11 unter dem Einfluß der Windkraft nach Lee zurückschwenken, wird über die Zugarme 13 sowie die mit diesen verbundenen Zugseilen 10 eine Zugkraft auf die rollengelagerten Gewichte 18 ausgeübt, welche sich dann die schiefe Ebene aufwärts nach Luv bewegen. Dadurch wird die aufgrund des Zurückschwenkens der Rotortragarme 11 resultierende Gewichtsverlagerung am Drehmast 4 ausgeglichen. Bei abflauendem Wind sorgen die auf den Doppel-T-Trägern 9 unter dem Einfluß der Schwerkraft abwärts rollenden Gewichte 18 dafür, daß die Rotortragarme 11 über die Zugseile 10 und die Zugarme 13 nach Luv belastet sind. Diese Belastung ergänzt sich mit der durch die Schrägstellung der Lagerbolzen 12 bedingten Luvlastigkeit der Rotortragarme 11.

Bei normalem Betrieb der Windkraftanlage (Fig. 3) liegen die Gewichte 18 in Lee ganz hinten auf den Doppel-T-Trägern 9. Zum Ausgleich der daraus resultierenden Belastung des Tragmastes 1 sind die Rotortragarme 11 in bezug auf die Achse 5 möglichst weit nach Luv am Drehmast 4 gehalten, wie insbesondere aus Fig. 5 zu erkennen ist.

Die Windkraftanlage ist neben den üblichen Sicherheitsvorkehrungen mit einer weiteren Sicherheitseinrichtung versehen. Diese besteht aus einem je Etage vorgesehenen Hydraulikzylinder 15, über dessen Stempel ein an den Rotortragarmen 11 einer Etage befestigtes, über Seilrollen 16 laufendes Zugseil 14 geführt ist. Wenn die Anlage außer Betrieb genommen werden soll, wird der Hydraulikzylinder 15 betätigt. Der Stempel des Hydraulikzylinders 15 drückt dann das Zugseil 14 auf einer Bahn 19 nach Lee, wodurch die Rotortragarme 11 mitgenommen werden, bis sie in ihrer Endstellung dicht am Drehmast 4 anliegen.

9408809

23.04.94

- 9 -

In den Fig. 8 und 9 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt. Der Drehmast 4 ist in diesem Falle mit drei Rotoretagen und zwei Balanceeinrichtungen versehen. Die untere Balanceeinrichtung ist der unteren Rotoretage zugeordnet, während die obere Balanceeinrichtung mit der zweiten und dritten, d.h. den überlappenden Etagen, zusammenwirkt, damit sich die Rotoren 6 dieser beiden Etagen beim Zurückschwenken der Rotortragarme 11 nicht behindern. Die Überlappung der Rotoren 6 wird durch ihre Neigung unter annähernd gleichem Winkel nach Luv möglich. Aufgrund der Überlappung ergibt sich weiterhin der Vorteil, bei gleichbleibender Rotoranzahl die Bauhöhe des Drehmastes 4 zu verringern.

94.05.809

33.04.94

- 10 -

Lies, Alexander (sen.) et al  
348/1

### A n s p r ü c h e

-----

1. Windkraftanlage mit mindestens zwei an einem Tragmast (1) installierten Rotoren (6), dadurch gekennzeichnet, daß das obere Ende des Tragmastes (1) einen Drehkranz (2) aufweist, durch den hindurch in Verlängerung des Tragmastes (1) eine starre Achse (5) ragt, an der sich ein auf dem Drehkranz (2) montierter Drehmast (4) horizontal und drehbar abstützt, daß an gegenüberliegenden Seiten des Drehmastes (4) je ein nach Luv geneigter Lagerbolzen (12) befestigt ist, an dem ein Rotortragarm (11) nach Lee schwenkbar gelagert ist, wobei die Rotortragarme (11) über einen Zugmechanismus (13, 10, 20) mit einer außerhalb des von den Rotoren (6) überstrichenen Bereiches am Drehmast (4) montierten, im wesentlichen aus einer schiefen Ebene (9) und einem Gewicht (18) bestehenden Balanceeinrichtung in Wirkverbindung stehen, derart, daß synchron mit dem aufgrund des Staudrucks des Windes nach Lee schwenkenden Rotortragarmen (11), die dadurch bedingte Gewichtsverlagerung am Drehmast (4) ausgleichend, das Gewicht (18) auf der schiefen Ebene (9) von der Lee- auf die Luvseite des Gittermastes (4) gezogen wird.
2. Windkraftanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerbolzen (12) zusätzlich eine geringfügige Neigung von der Achse (5) weg zur Seite hin aufweisen.
3. Windkraftanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotortragarme (11) in zwei oder mehreren Etagen am Drehmast (4) angeordnet sind, wobei jeder Etage eine Balanceeinrichtung (9, 18) oder mehreren Etagen eine gemeinsame Balanceeinrichtung (9, 18) zugeordnet ist.

94.06.94

23.04.94

- 11 -

4. Windkraftanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehretagiger Anordnung die Rotoren (6) im wesentlichen unter gleichem Winkel nach Luv oder Lee geneigt sind, wobei sich die überstrichenen Flächen zweier übereinanderliegender Rotoren (6), beginnend ab der dritten Etage von unten, überlappen, derart, daß der jeweils untere Rotor (6) auf der Luvseite des jeweils oberen Rotors (6) läuft.

5. Windkraftanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren (6) einer Etage und die untereinander angeordneten Rotoren (6) benachbarter Etagen jeweils gegenläufige Drehrichtungen haben.

6. Windkraftanlage nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gewichtslast des die Achse (5) überragenden Teils des Drehmastes (4) durch einen am Ende der Achse (5) vorgesehenen Drehkranz abgefangen wird.

94.08.94

230494

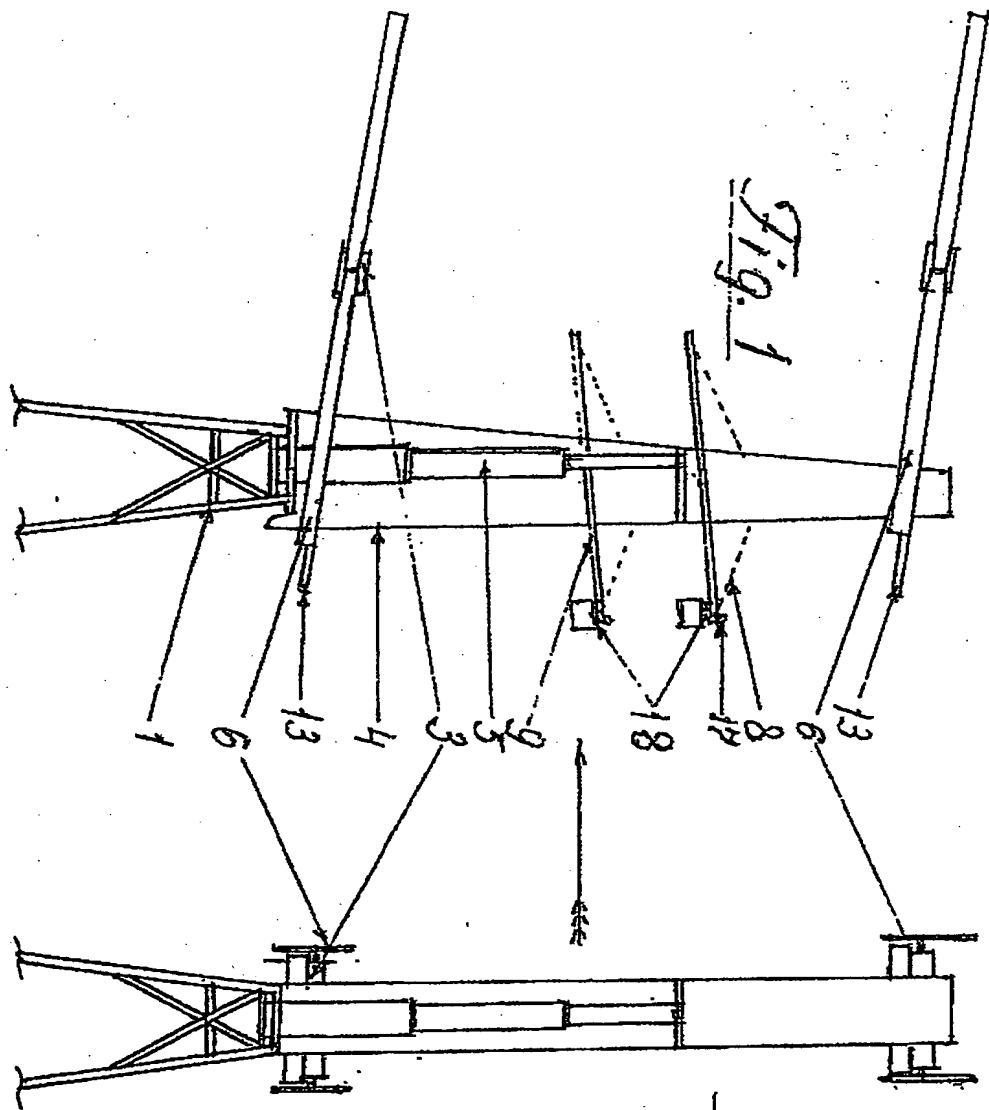


Fig. 2

9408809

94058009

Fig. 3

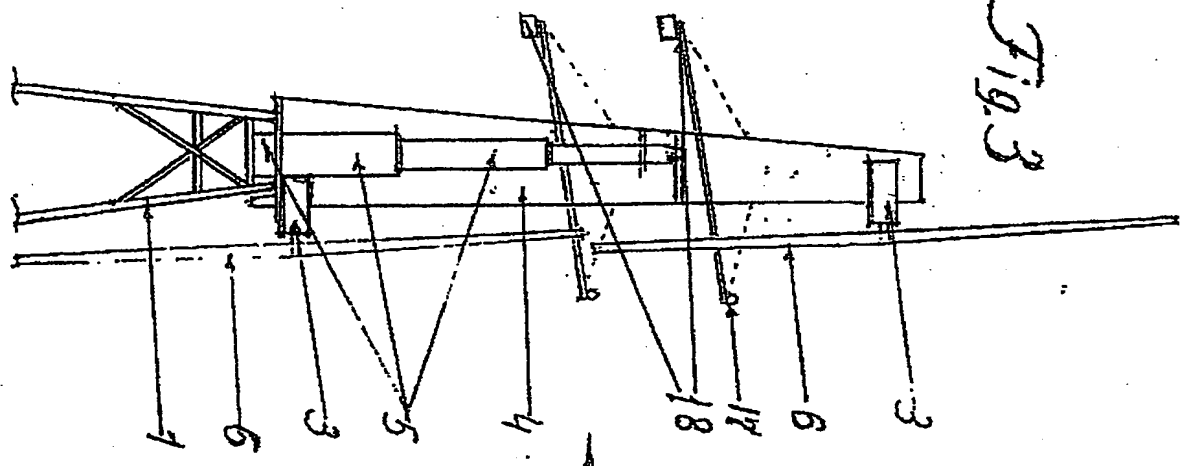
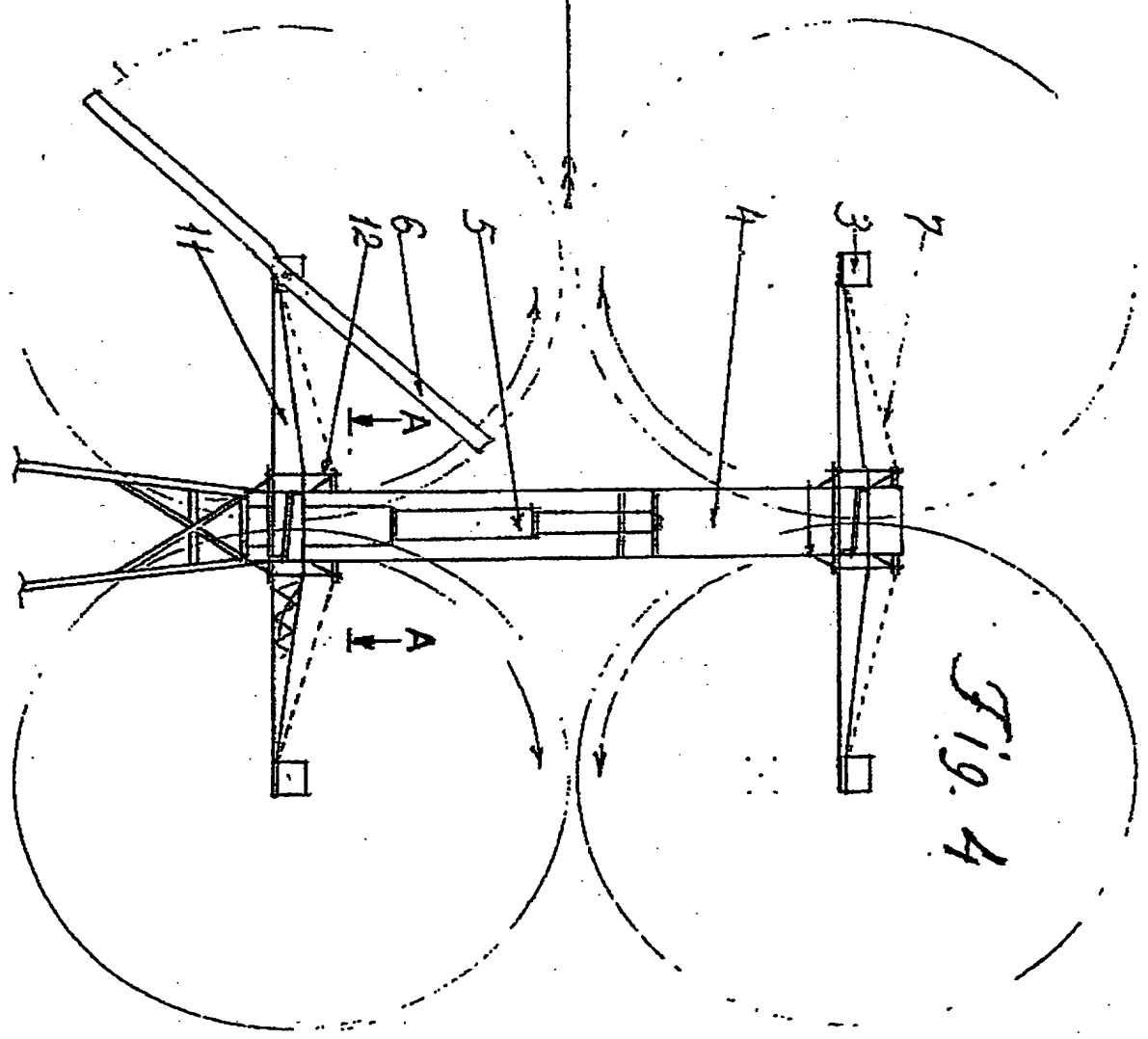


Fig. 4



94058009

Fig. 6

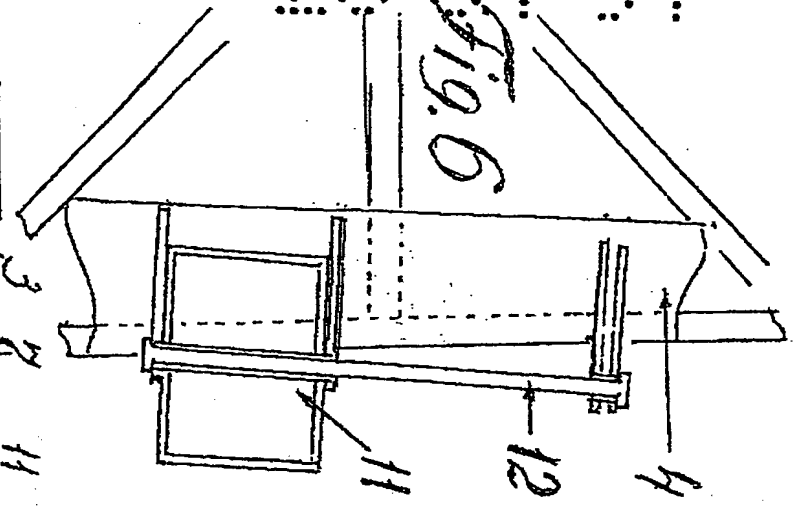
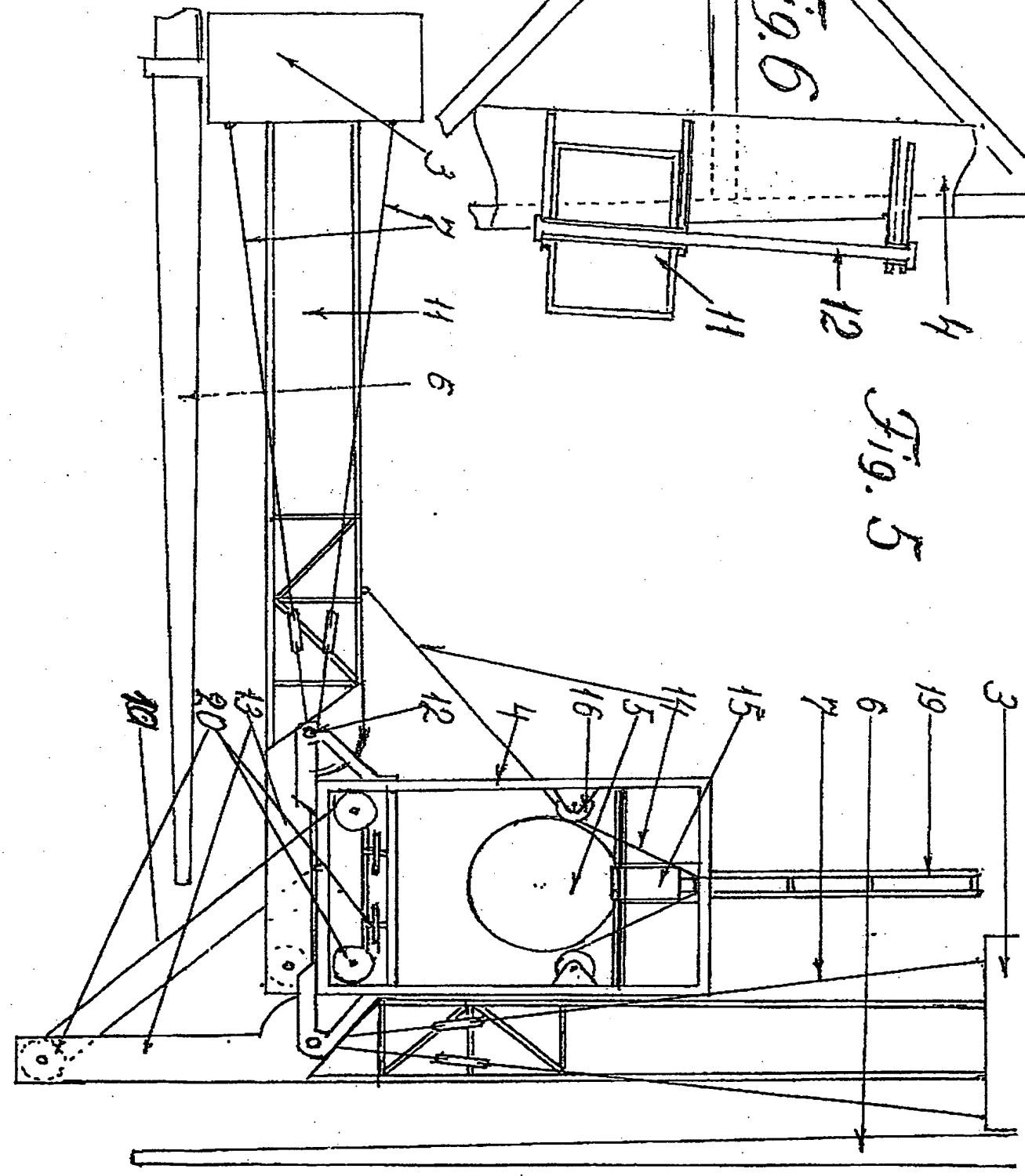


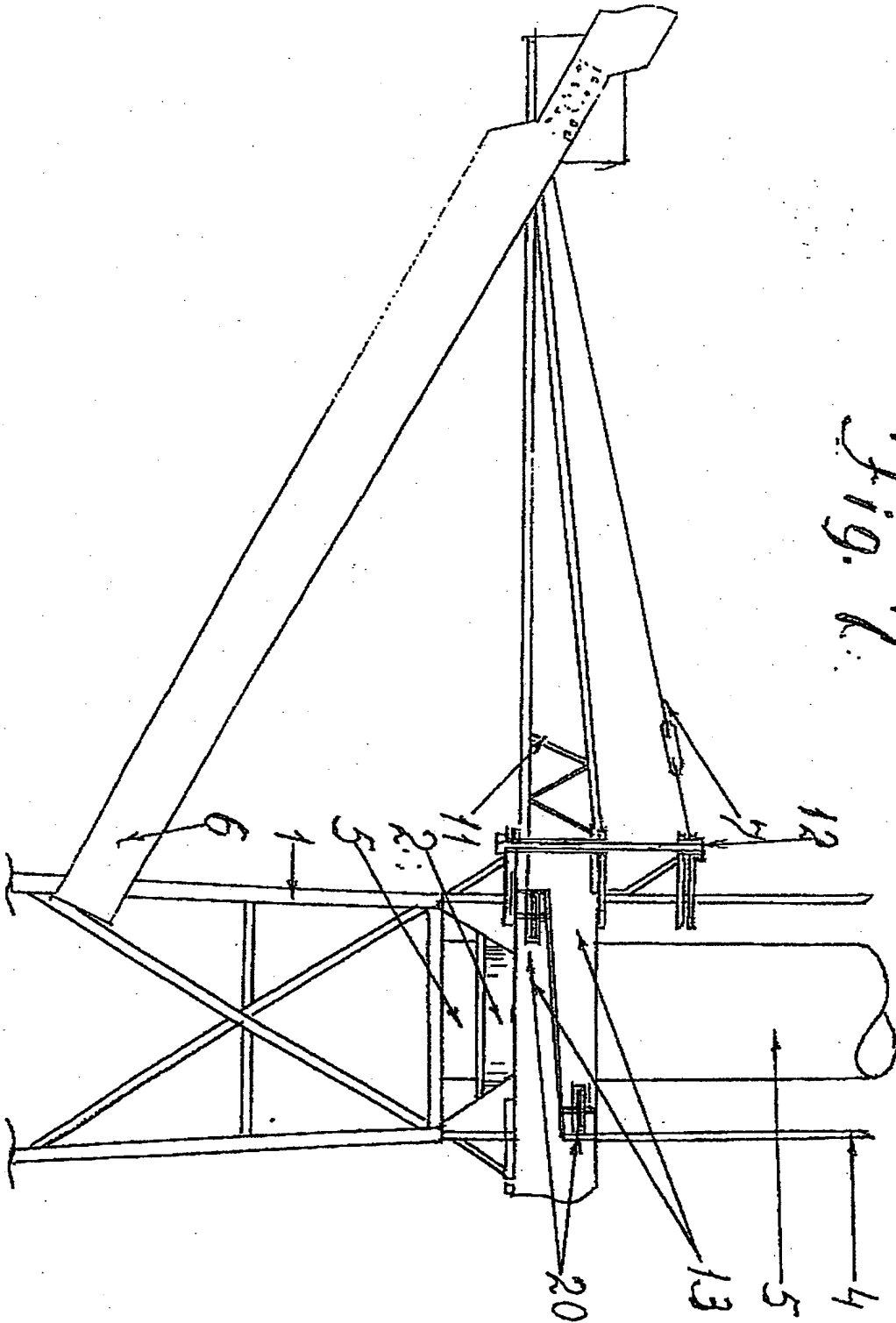
Fig. 5



9408809

9406809

Fig. 2.



9406809



25045

Fig 8

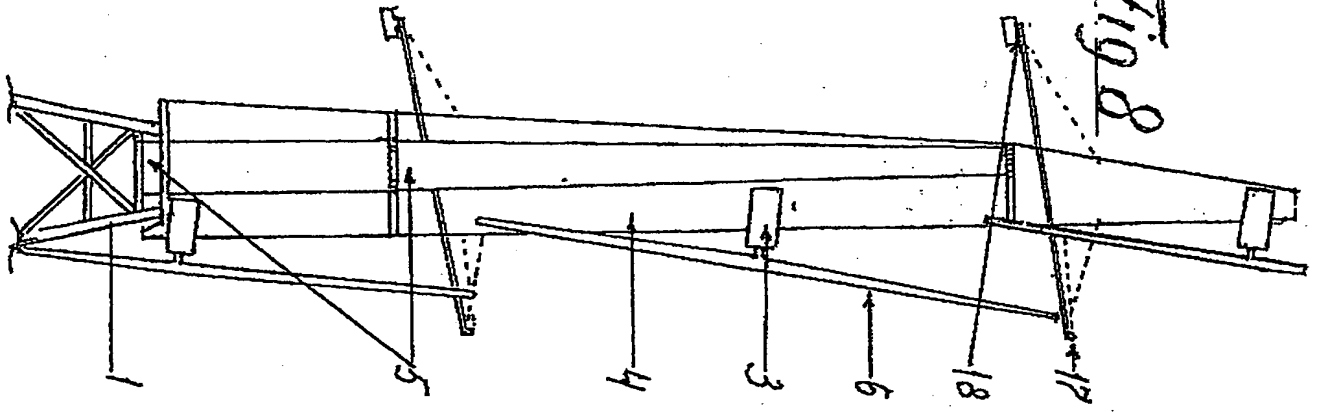
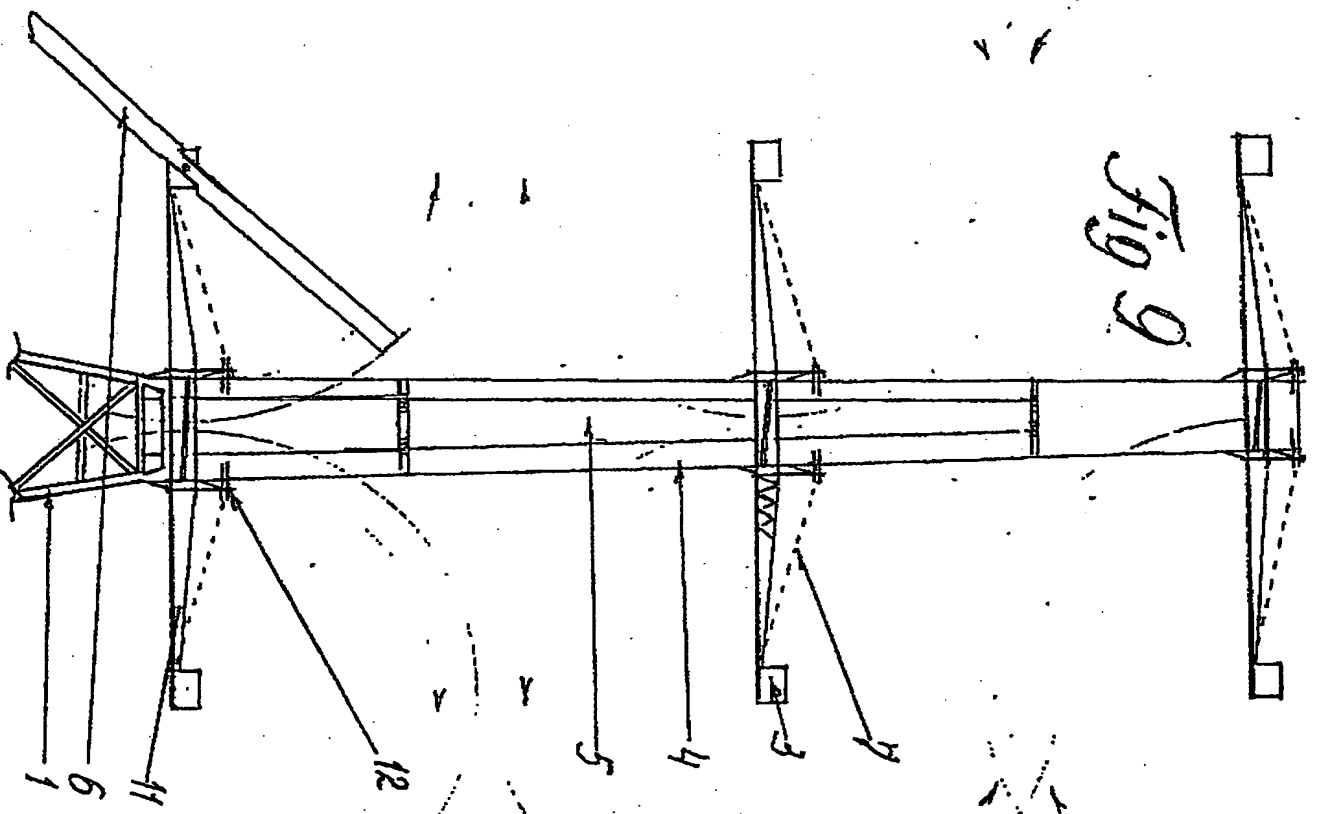


Fig 9



9405809

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**